

FORMATION OF LIGHT EMITTING DIODE

Patent Number: JP11031845

Publication date: 1999-02-02

Inventor(s): SHIMIZU YOSHINORI

Applicant(s): NICHIA CHEM IND LTD

Requested Patent:  [JP11031845](#)

Application Number: JP19970188745 19970714

Priority Number(s):

IPC Classification: H01L33/00

EC Classification:

Equivalents: JP3282176B2

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce color tone nonuniformity on a light emission observation plane and variation in light emitting diodes and improve mass-productivity, by adhering phosphor on the adhesive applied on a LED chip.

SOLUTION: An adhesive 101 is applied on a LED chip 103, and phosphor 102, which operates as a buffer layer that smooths the ruggedness of the LED chip 103 and converts the light emitted from the LED chip 103, is adhered on the surface. An adhesive 101 composed of a light transmitting organic resin having excellent weatherability, such as epoxy resin, urea resin and silicone resin, and a light transmitting inorganic material, such as SiO_2 , Al_2O_3 , MSiO_3 , is injected on the LED chip 103. Before the adhesive 101 such as epoxy resin cures, the phosphor 102 is adhered by gas spraying, etc. When the adhesive 101 cures, the phosphor 102 operates as a coating part that covers the LED chip 103. Thus, the light emitting diode that has extremely small color tone deviation due to light emission observation direction can be formed with excellent yield.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-31845

(43)公開日 平成11年(1999)2月2日

(51) Int.Cl.⁶
H 01 L 33/00

識別記号

F I
H 01 L 33/00

N

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全8頁)

(21)出願番号 特願平9-188745

(22)出願日 平成9年(1997)7月14日

(71)出願人 000226057

日亜化学工業株式会社
徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72)発明者 清水 義則

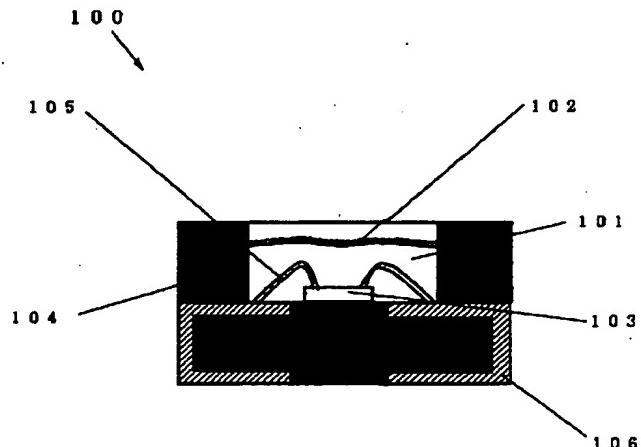
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化
学工業株式会社内

(54)【発明の名称】 発光ダイオードの形成方法

(57)【要約】

【課題】本発明は、LEDチップからの発光を波長変換して発光可能な蛍光体を有する発光ダイオードにおいて、発光方位、色調ムラを改善した発光ダイオードの形成方法に関する。

【解決手段】本発明は、LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光する蛍光体を有する発光ダイオードの形成方法であって、LEDチップ上に接着剤を塗布させる工程と、接着剤上に蛍光体を付着させる工程と、を有することを特徴とする発光ダイオードの形成方法である。



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 LEDチップと、該LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光する蛍光体と、を有する発光ダイオードの形成方法であって、前記LEDチップ上に接着剤を塗布させる工程と、前記接着剤上に蛍光体を付着させる工程と、を有することを特徴とする発光ダイオードの形成方法。

【請求項2】 前記LEDチップは発光層が窒化物系化合物半導体であり、且つ前記蛍光体がセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体である請求項1記載の発光ダイオードの形成方法。

【請求項3】 前記LEDチップの主発光ピークが400 nmから530 nmであり、且つ前記蛍光体の主発光波長が前記LEDチップの主ピークよりも長い請求項2記載の発光ダイオードの形成方法。

【請求項4】 前記蛍光体が $(Re_{1-x}Sm_x)_3(Al_{1-y}Ga_y)_{5O_{12}}:Ce$ である請求項1記載の発光ダイオードの形成方法。ただし、 $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、Reは、Y、Gd、Laから選択される少なくとも一種の元素である。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、LEDディスプレイ、バックライト光源、信号機、照光式スイッチ、各種センサー及び各種インジケータなどに利用される発光装置に係わり、特に発光素子であるLEDチップからの発光を波長変換して発光可能な蛍光体を有する発光ダイオードにおいて、発光方位、色調ムラを改善した発光ダイオードの形成方法に関する。

【0002】

【従来技術】 発光装置である発光ダイオード（以下、LEDとも呼ぶ。）は、小型で効率が良く鮮やかな色の発光をする。また、半導体素子であるため球切れなどの心配がない。駆動特性が優れ、振動やON/OFF点灯の繰り返しに強いという特徴を有する。そのため各種インジケータや種々の光源として利用されている。しかしながら、LEDは優れた単色性ピーク波長を有するが故に單一で白色系などを発光することができない。

【0003】 そこで、本願出願人は、青色発光ダイオードと蛍光物質により青色発光ダイオードからの発光を色変換させて他の色などが発光可能な発光ダイオードとして、特開平5-152609号公報、特開平7-99345号公報などに記載された発光ダイオードを開発した。これらの発光ダイオードによって、1種類のLEDチップを用いて白色系や青色LEDチップを用いた緑色など他の発光色を発光させることができる。

【0004】 具体的には、青色系が発光可能なLEDチップなどをリードフレームの先端に設けられたカップ上などに配置する。LEDチップは、LEDチップが設けられたメタルシステムやメタルポストとそれぞれ電気的に

2

接続させる。そして、LEDチップを被覆する樹脂モールド部材中などにLEDチップからの光を吸収し波長変換する蛍光物質を含有させて形成させてある。青色系の発光ダイオードと、その発光を吸収し黄色系を発光する蛍光物質などを選択することにより、これらの発光の混色を利用して白色系を発光させることができる。このような発光ダイオードは、白色系を発光する発光ダイオードとして利用した場合においても十分な輝度を発光する発光ダイオードとして利用することができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、形成された各発光ダイオードの色が所望通りに形成されにくい傾向にある。すなわち、LEDチップは、 $300\mu m$ 角程度の極めて小さい。また、LEDチップからの光を変換する蛍光体は極めて少量ですむ。そのため蛍光体の塗布及び配置が極めて難しい。特に、LEDチップからの光と、その光により励起され、LEDからの光とは異なる光の混色によって発光色を決める発光ダイオードにおいては、少しの色ずれにより表示色が大きく異なることとなる。蛍光体の混色を用いた発光ダイオードを量産させた場合、この色ずれの範囲が広く。そのため所望の色度範囲に形成させることが難しく歩留まりが低下する傾向にある。

【0006】 また、単にマウント・リード上の反射カップ内にLEDチップ及び蛍光体を実装しモールド部材を形成させると、発光ダイオードの発光観測方位により僅かながら色むらを生じる場合がある。具体的には、発光観測面側から見て発光素子であるLEDチップが配置された中心部が青色ぼく、その周囲方向にリング状に黄、緑や赤色ぼい部分が見られる場合がある。人間の色調感覚は、白色において特に敏感である。そのため、わずかな色調差でも赤ぼい白、緑色ぼい白、黄色っぽい白等を感じる。

【0007】 このような発光観測面を直視することによって生ずる色むらは、品質上好ましくないばかりでなく表示装置に利用したときの表示面における色むらや、光センサーなど精密機器における誤差を生ずることにもなる。

【0008】 本発明は上記問題点を解決し発光観測面における色調むらや発光ダイオードごとのバラツキが極めて少なく、量産性の良い発光ダイオードなどを形成させることにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明は、LEDチップと、該LEDチップからの発光の少なくとも一部を吸収し波長変換して発光する蛍光体と、を有する発光ダイオードの形成方法である。特に、LEDチップ上に接着剤を塗布させる工程と、前記接着剤上に蛍光体を付着させる工程と、を有する発光ダイオードの形成方法である。

【0010】 また、請求項2に記載の発光ダイオードの

(3)

3

形成方法は、LEDチップの発光層が窒化物系化合物半導体であり、且つ蛍光体がセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体である。

【0011】請求項3に記載の発光ダイオードの形成方法は、LEDチップの主発光ピークが400nmから530nmであり、且つ前記蛍光体の主発光波長が前記LEDチップの主ピークよりも長いものである。

【0012】本発明の請求項4に記載の発光ダイオードの形成方法は、蛍光体が $(Re_{1-x}Sm_x)_3(Al_{1-y}Ga_y)_5O_{12}$: Ceである。ただし、 $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、Reは、Y、Gd、Laから選択される少なくとも一種の元素である。

【0013】

【作用】本発明は、LEDチップ上に緩衝層として働く接着剤を介して蛍光体が付着されているために、蛍光体の量が一定となり均一な発光特性を得ることができる。そのため発光面における色むらや発光ダイオードごとのバラツキの極めて少なく歩留まりを高くすることができる。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明者は種々の実験の結果、LEDチップ上に設けられた接着剤を介して蛍光体を付着させることにより、発光観測面における色調むらや発光装置ごとの色バラツキが改善できることを見出し本発明を成すに到った。

【0015】本発明による特性向上の理由は定かでないが、LEDチップ上に設けられた接着剤層が蛍光体の量を一定にするため色むらや色バラツキが低減すると考えられる。

【0016】即ち、LEDチップには、リードフレームなどと電気的に接続するために電極や金属ワイヤーなどが設けられている。このような金属ワイヤーや電極は、その上に形成される蛍光体にとって凹凸となる。凹凸が大きければ、蛍光体量が部分的に異なる。本発明は、接着剤層上に蛍光体を設けたことにより、凹凸が緩和される。また、緩衝層として働く接着剤の表面にのみ蛍光体が付着することになるため蛍光体の量は厚み方向においてむらが少なく一定量となる。

【0017】したがって、LEDチップ上の凹凸に左右されず、蛍光体量が一定となることにより、発光観測面における色調むらや発光ダイオードごとのバラツキが生じないこととなる。

【0018】具体的には、図2の如く、マウント・リード206上にLEDチップ203をダイボンディングさせると共にLEDチップ203の電極と導電性ワイヤーである金線205をインナー・リード207にワイヤーボンディングする。エポキシ樹脂をノズルを通してマウント・リードのカップ内に配置されたLEDチップ上に塗布する。次に、蛍光体202をガス吹き付けにより飛ばし接着剤201であるエポキシ樹脂上に配置させた。

4

接着剤201を硬化後、モールド部材204を形成し砲弾型の発光ダイオードを形成させた。形成された発光ダイオードは、複数形成させてもバラツキの少ない発光ダイオードとすることができます。以下、本発明の構成部材について詳述する。

【0019】(接着剤101、201) 本発明に用いられる接着剤201とは、モールド部材204とは別にマウント・リード206のカップ内やパッケージ104の開口部内などに設けられるものである。特に、LEDチップ103、203上に配置されLEDチップ103、203の凹凸を滑らかにする緩衝層として働くと共にLEDチップ103、203の発光を変換する蛍光体102、202を表面に付着する。

【0020】接着剤101、201の具体的主材料の一つとしては、エポキシ樹脂、ユリア樹脂、シリコーン樹脂などの耐候性に優れた透光性有機樹脂やSiO₂、Al₂O₃、MSiO₃などの透光性無機部材が好適に用いられる。これらの接着剤101、201をLEDチップ103、203上に注入させることにより配置させることができる。接着剤101、201は、蛍光体102、202が付着させるときに少なくとも表面が接着性を持っていればよい。そのため、上記エポキシ樹脂などの接着剤101、201が硬化する前に蛍光体102、202をガス・スプレーなどで付着させる。その後、接着剤101、201を硬化させることによりLEDチップ103、203を被覆したコーティング部としても働く。接着剤101、201によりLEDチップ103、203などの凹凸を緩和させるためには、接着剤101、201の粘性がある程度低い方が好ましい。この場合、接着剤中の溶媒量を調整することにより所望粘度とすることができる。また、粘性が低いほど蛍光体102、202が多くつく傾向にある。また、蛍光体が重いほど多くつく傾向にある。

【0021】(蛍光体102、202) 本発明に用いられる蛍光体102、202としては、少なくともLEDチップ103、203の半導体発光層から放出された光で励起されて発光する蛍光体102、202をいう。LEDチップ103、203から発光した光と、蛍光体102、202から発光する光が補色関係などにある場合、それぞれの光を混色させることで白色を発光させることができる。具体的には、LEDチップ103、203からの光とそれによって励起され発光する蛍光体102、202の光がそれぞれ光の3原色(赤色系、緑色系、青色系)やLEDチップ103、203から発光された青色とそれによって励起され黄色を発光する蛍光体102、202の光などが挙げられる。

【0022】発光色は、蛍光体102、202の主発光波長、蛍光体の量、蛍光体の形状、さらには蛍光体の粉体をガス・スプレーなどにより付着させる場合における、ノズルから蛍光体を放出する放出圧力を種々調

(4)

5

整することで変えることができる。また、発光素子であるLEDチップの主発光波長を選択することにより電球色など任意の白色系の色調を提供させることができる。したがって、発光ダイオードの外部には、LEDチップ203からの光と蛍光体202からの光がモールド部材204を効率よく透過することができる。

【0023】半導体発光層からの光によって励起される蛍光体102、202は、励起光源となるLEDチップ103、203から放出される光により種々選択することができる。具体的な蛍光体102、202としては、クロムで付活されたサファイア、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体や酸化エルビウム(3)などが挙げられる。特に、高輝度且つ長時間の使用時においては $(Re_{1-x}Sm_x)_3(A1_{1-y}Ga_y)5O_{12}:Ce$ ($0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、但し、Reは、Y、Gd、Laからなる群より選択される少なくとも一種の元素である。) などが好ましい。

【0024】特に $(Re_{1-x}Sm_x)_3(A1_{1-y}Ga_y)5O_{12}:Ce$ を用いた場合には、LEDチップと接するあるいは近接して配置され放射照度として $(Ee) = 3W \cdot cm^{-2}$ 以上 $10W \cdot cm^{-2}$ 以下においても高効率に十分な耐光性を有する発光ダイオードとすることができます。

【0025】 $(Re_{1-x}Sm_x)_3(A1_{1-y}Ga_y)5O_{12}:Ce$ 蛍光体は、ガーネット構造のため、熱、光及び水分に強く、励起スペクトルのピークが $470nm$ 付近などにさせることができる。また、発光ピークも $530nm$ 付近にあり $720nm$ まで裾を引くブロードな発光スペクトルを持たせることができる。しかも、組成のA1の一部をGaで置換することで発光波長が短波長にシフトし、また組成のYの一部をGdで置換することで、発光波長が長波長へシフトする。このように組成を変化することで発光色を連続的に調節することが可能である。したがって、長波長側の強度がGdの組成比で連続的に変えられるなど高輝度に発光可能な窒化物系化合物半導体の青色発光を利用して白色系発光に変換するための理想条件を備えている。

【0026】この蛍光体は、Y、Gd、Ce、Sm、Al、La及びGaの原料として酸化物、又は高温で容易に酸化物になる化合物を使用し、それらを化学量論比で十分に混合して原料を得る。又は、Y、Gd、Ce、Smの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を塩酸で共沈したものを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウム、酸化ガリウムとを混合して混合原料を得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウム等のフッ化物を適量混合して坩堝に詰め、空気中 $1350 \sim 1450^{\circ}C$ の温度範囲で2~5時間焼成して焼成品を得る。次に焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通して所望の蛍光体を得ることができる。

【0027】本発明の発光ダイオードにおいて、蛍光体

6

は、2種類以上の蛍光体を混合させててもよい。即ち、Al、Ga、Y、La及びGdやSmの含有量が異なる2種類以上の $(Re_{1-x}Sm_x)_3(A1_{1-y}Ga_y)5O_{12}:Ce$ 蛍光体を混合させてRGBの波長成分を増やすことができる。また、現在のところ半導体発光素子であるLEDチップの発光波長には、バラツキが生ずるものがあるため2種類以上の蛍光体を混合調整させて一定の白色光などを得ることができる。具体的には、発光素子の発光波長に合わせて色度点の異なる蛍光体の量を調整し含有させることでその蛍光体から放出される色間とLEDチップから放出される色で結ばれる色度図上の任意の点を発光させることができる。

【0028】このような蛍光体を塗布させる装置例として図3に示す。図3には、接着剤(不示図)が塗布されたパッケージ300を回転可能なテーブル304の上に固定させてある。テーブル304は、一定の回転数を保ちパッケージ300に塗布を均一にさせる手段として働く。蛍光体は、容器302に入れられ蛍光体を搬送させるガスの負圧によって引き出される。蛍光体とガスとは、ノズル303を通して排出される。蛍光体の量は、蛍光体を搬送するガスの圧力とバルブ301により調節することができる。こうして排出されたガスと蛍光体は、接着剤に付着される。接着剤を硬化させることで発光ダイオードを形成することができる。

【0029】(LEDチップ103、203) 本発明に用いられるLEDチップ103、203とは、蛍光体102、202を励起可能なものである。発光素子であるLEDチップ103、203は、MOCVD法等により基板上にGaAs、InP、GaAlAs、InGaAlP、InN、AlN、GaN、InGaN、AlGaN、InGaAlN等の半導体を発光層として形成される。

【0030】半導体の構造としては、MIS接合、PIN接合やPN接合などを有するホモ構造、ヘテロ構造あるいはダブルヘテロ構成のものが挙げられる。半導体層の材料やその混晶度によって発光波長を種々選択することができる。また、半導体活性層を量子効果が生ずる薄膜に形成させた單一量子井戸構造や多重量子井戸構造とすることもできる。好ましくは、蛍光体101、201を効率良く励起できる比較的短波長を効率よく発光可能な窒化物系化合物半導体(一般式 $In_iGa_jAl_kN$ 、但し、 $0 \leq i$ 、 $0 \leq j$ 、 $0 \leq k$ 、 $i + j + k = 1$)が挙げられる。

【0031】窒化ガリウム系化合物半導体を使用した場合、半導体基板にはサファイア、スピネル、SiC、Si、ZnO、GaN等の材料が好適に用いられる。結晶性の良い窒化ガリウムを形成させるためにはサファイア基板を用いることがより好ましい。サファイア基板上に半導体膜を成長させる場合、GaN、AlN等のバッファー層を形成しその上にPN接合を有する窒化ガリウム

(5)

7

半導体を形成させることができが好ましい。また、サファイア基板上に SiO_2 をマスクとして選択成長させた GaN 単結晶自体を基板として利用することもできる。この場合、各半導体層を形成後 SiO_2 をエッティング除去させることによって発光素子とサファイア基板とを分離させることもできる。窒化ガリウム系化合物半導体は、不純物をドープしない状態で N 型導電性を示す。発光効率を向上させるなど所望の N 型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、N 型ドーパントとして Si 、 Ge 、 Se 、 Te 、 C 等を適宜導入することが好ましい。一方、P 型窒化ガリウム半導体を形成させる場合は、P 型ドーパントである Zn 、 Mg 、 Be 、 Ca 、 Sr 、 Ba 等をドープさせる。

【0032】窒化ガリウム系化合物半導体は、P 型ドーパントをドープしただけでは P 型化しにくいため P 型ドーパント導入後に、炉による加熱、低速電子線照射やプラズマ照射等によりアニールすることで P 型化させることができが好ましい。具体的な LED チップの層構成としては、窒化ガリウム、窒化アルミニウムなどを低温で形成させたバッファ層を有するサファイア基板や炭化珪素上に、窒化ガリウム半導体である N 型コンタクト層、窒化アルミニウム・ガリウム半導体である N 型クラッド層、 Zn 及び Si をドープさせた窒化インジウム・ガリウム半導体である活性層、窒化アルミニウム・ガリウム半導体である P 型クラッド層、窒化ガリウム半導体である P 型コンタクト層が積層されたものが挙げられる。LED チップを形成させるためにはサファイア基板を有する LED チップの場合、エッティングなどにより P 型半導体及び N 型半導体の露出面を形成させた後、半導体層上にスパッタリング法や真空蒸着法などを用いて所望の形状の各電極を形成させる。 SiC 基板の場合、基板自体の導電性を利用して半導体を介して一対の電極を形成させる。

【0033】次に、形成された半導体ウエハー等をダイヤモンド製の刃先を有するブレードが回転するダイシングソーにより直接フルカットするか、又は刃先幅よりも広い幅の溝を切り込んだ後（ハーフカット）、外力によって半導体ウエハーを割る。あるいは、先端のダイヤモンド針が往復直線運動するスクライバーにより半導体ウエハーに極めて細いスクライブライン（経線）を例えば碁盤目状に引いた後、外力によってウエハーを割り半導体ウエハーからチップ状にカットする。こうして LED チップを形成させることができる。

【0034】本発明の発光ダイオードにおいて白色系を発光させる場合は、蛍光体 102、202 との補色等を考慮して LED チップ 103、203 の主発光波長は 400 nm 以上 530 nm 以下が好ましく、420 nm 以上 490 nm 以下がより好ましい。LED チップ 103、203 と蛍光体 103、202 との効率をそれぞれより向上させるためには、450 nm 以上 475 nm 以

下がさらに好ましい。

【0035】（パッケージ 104）パッケージ 104 は、LED チップ 103 を凹部内に固定保護すると共に外部との電気的接続が可能な外部電極 106 を有するものである。したがって、LED チップ 103 の数や大きさに合わせて複数の開口部を持ったパッケージ 104 とすることもできる。また、好適には遮光機能を持たせるために黒や灰色などの暗色系に着色させる、或いはパッケージ 104 の発光観測表面側が暗色系に着色されている。パッケージ 104 は LED チップ 103 をさらに外部環境から保護するために接着剤 101 に加えて透光性保護体であるモールド部材を設けることもできる。

【0036】パッケージ 104 は、コーティング部やモールド部材との接着性がよく剛性の高いものが好ましい。LED チップ 103 と外部とを電気的に遮断するために絶縁性を有することが望まれる。さらに、パッケージ 104 は、LED チップ 103 などからの熱の影響をうけた場合、モールド部材などとの密着性を考慮して熱膨張率の小さい物が好ましい。パッケージ 104 の凹部内表面は、エンボス加工させて接着面積を増やしたり、プラズマ処理してモールド部材などとの密着性向上させることもできる。

【0037】パッケージ 104 は、外部電極 106 と一緒に形成させてもよく、パッケージ 104 が複数に分かれ、はめ込みなどにより組み合わせて構成させてもよい。このようなパッケージ 104 は、インジェクション成形などにより比較的簡単に形成することができる。具体的なパッケージ材料としてポリカーボネート樹脂、ポリフェニレンサルファイド（PPS）、液晶ポリマー（LCP）、ABS 樹脂、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、アクリル樹脂、PBT 樹脂等の樹脂やセラミックなどが挙げられる。また、パッケージを暗色系に着色させる着色剤としては種々の染料や顔料が好適に用いられる。具体的には、 Cr_2O_3 、 MnO_2 、 Fe_2O_3 やカーボンブラックなどが好適に挙げられる。

【0038】LED チップ 103 とパッケージ 104 との接着は、熱硬化性樹脂などによって行うことができる。具体的には、エポキシ樹脂、アクリル樹脂やイミド樹脂などが挙げられる。固定された LED チップは、金線などの導電性ワイヤー 106 により電気的に接続することができる。また、LED チップ 103 を配置固定すると共にパッケージ 104 内の外部電極 106 と電気的に接続させるためには Ag ペースト、カーボンペースト、ITO ペースト、金属バンプ等を用いることができる。

【0039】（外部電極 106）外部電極 106 は、パッケージ 104 外部からの電力を内部に配置された LED チップ 103 に供給するために用いられるためのものである。そのためパッケージ 104 上に設けられた導電性を有するパターンやリードフレームを利用したもの

(6)

9

など種々のものが挙げられる。また、外部電極106は放熱性、電気伝導性、LEDチップ103の特性などを考慮して種々の大きさに形成させることができる。外部電極106は、各LEDチップ103を配置すると共にLEDチップ103から放出された熱を外部に放熱させるため熱伝導性がよいことが好ましい。外部電極106の具体的な電気抵抗としては $300 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 以下が好ましく、より好ましくは、 $3 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 以下である。また、具体的な熱伝導度は、 $0.01 \text{ cal}/(\text{S})(\text{cm}^2) (\text{^\circ C/cm})$ 以上が好ましく、より好ましくは $0.5 \text{ cal}/(\text{S})(\text{cm}^2) (\text{^\circ C/cm})$ 以上である。

【0040】外部電極106の具体的材料としては、銅やりん青銅板表面に銀、パラジウム或いは金などの金属メッキや半田メッキなどを施したもののが好適に用いられる。外部電極106としてリードフレームを利用した場合は、電気伝導度、熱伝導度によって種々利用できるが加工性の観点から板厚 0.1 mm から 2 mm が好ましい。ガラスエポキシ樹脂やセラミックなどの基板上などに設けられた外部電極106としては、銅箔やタンクステン層を形成させることができる。プリント基板上に金属箔を用いる場合は、銅箔などの厚みとして $18 \sim 70 \mu\text{m}$ とすることが好ましい。また、銅箔等の上に金、半田メッキなどを施しても良い。

【0041】(導電性ワイヤー105、205)導電性ワイヤー105、205としては、LEDチップ103、203の電極とのオーミック性、機械的接続性、電気伝導性及び熱伝導性がよいものが求められる。熱伝導度としては $0.01 \text{ cal}/(\text{S})(\text{cm}^2) (\text{^\circ C/cm})$ 以上が好ましく、より好ましくは $0.5 \text{ cal}/(\text{S})(\text{cm}^2) (\text{^\circ C/cm})$ 以上である。また、作業性などを考慮して導電性ワイヤー105、205の直径は、好ましくは、 $\Phi 10 \mu\text{m}$ 以上、 $\Phi 45 \mu\text{m}$ 以下である。このような導電性ワイヤー105、205として具体的には、金、銅、白金、アルミニウム等の金属及びそれらの合金を用いた導電性ワイヤー105、205が挙げられる。このような導電性ワイヤー105、205は、各LEDチップ103、203の電極と、インナー・リード207及びマウント・リード206などをワイヤーボンディング機器によって容易に接続させることができる。

【0042】(モールド部材204)モールド部材204は、発光ダイオードの使用用途に応じてLEDチップ203、導電性ワイヤー205、蛍光体202が付着した接着剤201などを外部から保護するために設けることができる。モールド部材204は、各種樹脂や硝子などを用いて形成させることができる。モールド部材204の具体的な材料としては、主としてエポキシ樹脂、ユリア樹脂、シリコーン樹脂などの耐候性に優れた透明樹脂や硝子などが好適に用いられる。また、モールド部材204に拡散剤を含有させることによってLEDチップ203からの指向性を緩和させ視野角を増やすこともでき

(6)

10

る。このような、モールド部材204は、コーティング部として働く接着剤201と同じ材料を用いても良いし異なる材料としても良い。以下、本発明の実施例について説明するが、本発明は具体的実施例のみに限定されるものではないことは言うまでもない。

【0043】

【実施例】

(実施例1) LEDチップとして主発光波長が 460 nm の $\text{In}_0.2\text{Ga}_{0.8}\text{N}$ 半導体を用いた。LEDチップは、洗浄されたサファイア基板上にTMG(トリメチルガリウム)ガス、TMI(トリメチルインジウム)ガス、窒素ガス及びドーパントガスをキャリアガスと共に流し、MOCVD法で窒化ガリウム系化合物半導体を成膜させることにより形成させた。ドーパントガスとして SiH_4 と Cp_2Mg と、を切り替えることによってN型導電性を有する窒化ガリウム系半導体とP型導電性を有する窒化ガリウム系半導体を形成しPN接合を形成させる。半導体発光素子としては、N型導電性を有する窒化ガリウム半導体であるコンタクト層と、P型導電性を有する窒化ガリウムアルミニウム半導体であるクラッド層、P型導電性を有する窒化ガリウム半導体であるコンタクト層を形成させた。N型導電性を有するコンタクト層とP型導電性を有するクラッド層との間に厚さ約 3 nm であり、单一量子井戸構造とされるノンドープ $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ の活性層を形成させた。(なお、サファイア基板上には低温で窒化ガリウム半導体を形成させバッファ層とさせてある。また、P型導電性を有する半導体は、成膜後 400°C 以上でアニールさせてある。)

エッチングによりサファイア基板上のPN各半導体表面を露出させた後、スパッタリングにより各電極をそれぞれ形成させた。こうして出来上がった半導体ウェハーをスクライブラインを引いた後、外力により分割させ発光素子として $350 \mu\text{m}$ 角のLEDチップを形成させた。

【0044】一方、インサート成形によりポリカーボネート樹脂を用いてチップタイプLEDのパッケージを形成させた。チップタイプLEDのパッケージ内は、LEDチップが配される開口部を備えている。パッケージ中には、銀メッキした銅板を外部電極として配置させてある。パッケージ内部でLEDチップをエポキシ樹脂などを用いて固定させる。導電性ワイヤーである金線をLEDチップの各電極とパッケージに設けられた各外部電極とにそれぞれワイヤーボンディングさせ電気的に接続させてある。次に、接着剤として、エポキシ樹脂をパッケージの開口部内に塗布させた。こうしてLEDチップが配置されたパッケージを1000個形成させた。

【0045】他方、蛍光体は、Y、Gd、Ceの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を蔥酸で共沈させた。これを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウムと混合して混合原料を得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウムを混合して坩堝に詰め、空気

(7)

11

中1400°Cの温度で3時間焼成して焼成品を得た。焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通して形成させた。形成された(Y 0.8G d 0.2) 3A 15O₁₂: Ce 蛍光体をN₂ガスにより飛ばしノズルを通して、接着剤表面に付着させた。

【0046】塗布後、ノズルからN₂ガスのみを吹き付け余分な蛍光体を飛ばした。接着剤上に蛍光体が堆積したパッケージを120度に加熱し接着剤を硬化させ蛍光体を固定させる。この後に、さらに、LEDチップや蛍光体を外部応力、水分及び塵芥などから保護する目的でコーティング部が形成されたパッケージ開口部内にモールド部材として透光性エポキシ樹脂を形成させた。透光性エポキシ樹脂を混入後、150°C 5時間にて硬化させ、図1の如き発光ダイオードを形成させた。

【0047】こうして得られた発光ダイオードに電力を供給させることによって白色系を発光させることができる。発光ダイオードの正面から色温度、演色性をそれぞれ測定した。色温度8040K、Ra(演色性指数)=87.4を示した。また、発光光率は10.61m/wであった。また、バラツキを色度座標上の面積として測定した。

【0048】(比較例1)エポキシ樹脂中に(Y 0.8G d 0.2) 3A 15O₁₂: Ce 蛍光体を混合させてノズルから突出させコーティング部を形成させた以外は、実施例1と同様にして発光装置を形成させた。形成された発光装置の断面は、コーティング部の端面がはい上がっていると共に蛍光物質の量が不均一であった。こうして形成された発光ダイオードの色度点を実施例1と同様に測定した。形成された発光ダイオードは、LEDチップの発光波長と蛍光体の発光波長を結んだ線上に略位置したが、バラツキが大きかった。実施例1と同様にして色度座標上のバラツキ面積を測定した。比較例1の面積は、実施例1の面積の約15倍でありバラツキが大きかった。

【0049】

【発明の効果】LEDチップ上に配置された接着剤が、LEDチップなどの凹凸を緩和すると共に蛍光体の厚みを一定とする。そのため発光観測面方位による色調ずれが極めて少ない発光ダイオードとさせることができる。また、量産時における各発光ダイオードごとのバラツキ

(7)

12

が少なく、歩留まりの高い発光ダイオードとすることができる。

【0050】特に、本発明の請求項1に記載の方法とすることにより、比較的簡単な方法で歩留まり良く発光観測方位による色調ずれなどが極めて少ない発光ダイオードが形成できる。

【0051】本発明の請求項2の方法とすることにより、高輝度、長時間の使用においても色ずれ、発光光率の低下が極めて少ない発光ダイオードとすることができます。

【0052】本発明の請求項3の方法とすることにより、より耐光性及び発光効率の高い白色系が発光可能な発光ダイオードとすることができます。

【0053】本発明の請求項4の構成とすることにより、白色発光可能でより耐光性及び発光効率の高い白色系が発光可能な発光ダイオードとすることができます。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の発光ダイオードであるチップタイプLEDの模式的断面図である。

【図2】図2は、本発明の発光ダイオードである砲弾型発光ダイオードの模式的断面図である。

【図3】図3は、本発明の発光ダイオードを形成させる形成装置を示した模式的説明図である。

【符号の説明】

100・・・チップタイプLED

101、201・・・接着剤

102、202・・・蛍光体

103、203・・・LEDチップ

104・・・パッケージ

30 105、205・・・導電性ワイヤー

106・・・外部電極

204・・・モールド部材

206・・・マウント・リード

207・・・インナー・リード

300・・・接着剤が塗布されたパッケージ

301・・・蛍光体量を調節するバルブ

302・・・蛍光体を入れた容器

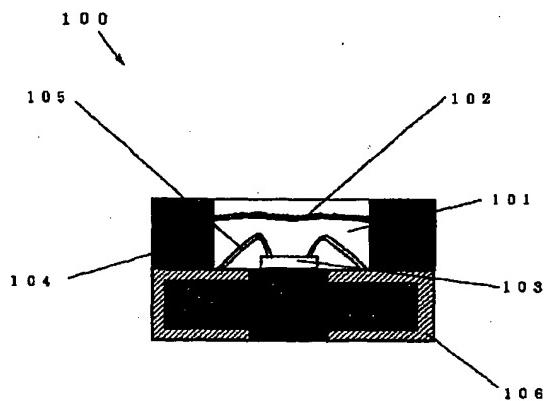
303・・・蛍光体を放出させるノズル

304・・・テーブル

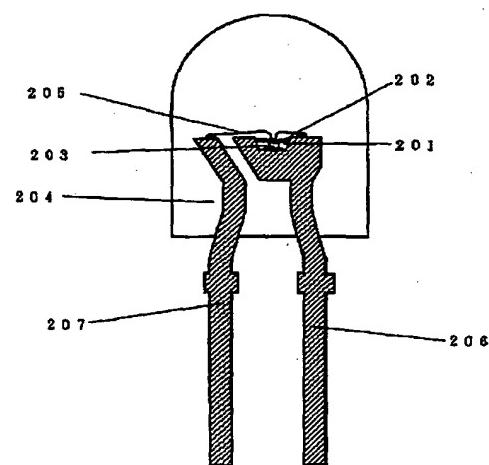
40

(8)

【図1】



【図2】



【図3】

